

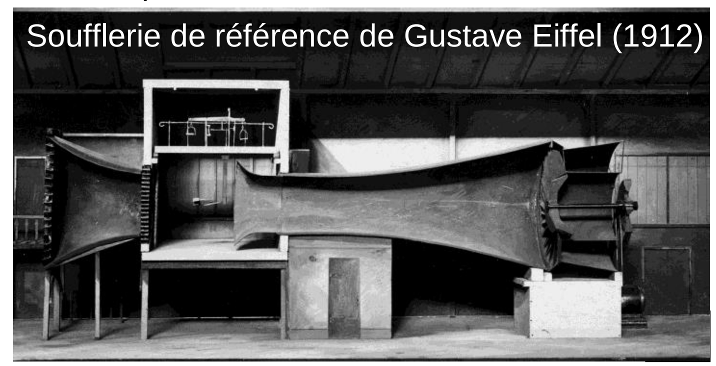
Un bel exemple d'action éducative de la 3AF : la soufflerie EOLIA



Genèse

L'aventure de cette soufflerie est partie d'une idée simple, portée conjointement par Gérard LARUELLE et Jean TENSI, le second prenant ensuite le relais du premier à la tête de la présidence pour les actions de la 3AF en direction des jeunes. Ce projet a pris corps en 2005 et doit beaucoup, dans sa construction initiale, au travail de l'équipe de jeunes 3AF de l'ENSMA de Poitiers de l'époque, laquelle obtiendra plus tard, lors de la cérémonie officielle de remise des prix 3AF du 9 juin 2010, une mention spéciale.

.

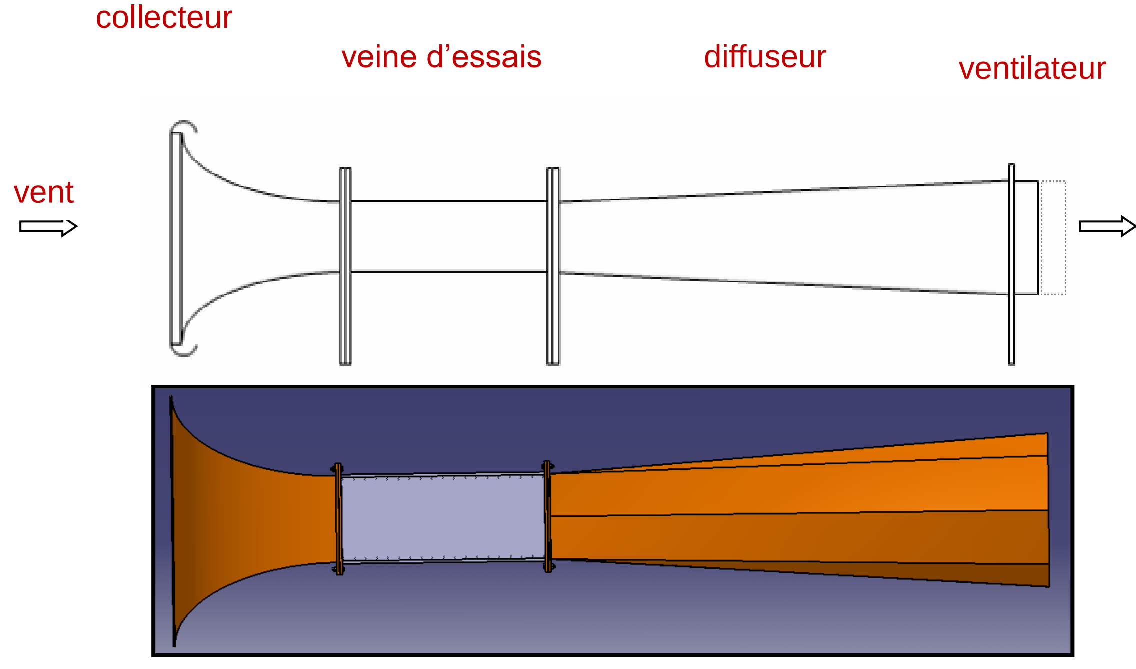

Soufflerie de référence de Gustave Eiffel (1912)

Dès le départ, des considérations de maniabilité, de coût mais aussi de sécurité et de pédagogie ont guidé le projet EOLIA et constitué un cahier des charges très clair où il fallait :

- pouvoir monter et démonter facilement la soufflerie et assurer ainsi son transport,
- utiliser des matériaux peu coûteux et facilement usinables,
- s'assurer que l'utilisation d'EOLIA soit aux normes d'hygiène et de sécurité,
- définir des expériences aérodynamiques basiques simples de mise en œuvre.

Construction du premier prototype

En s'inspirant de celle créée par Gustave Eiffel en 1912 sur le Champ de Mars à Paris, la conception de départ reprend en compte les trois parties caractéristiques et incontournables d'une soufflerie de type Eiffel : un collecteur d'entrée, une veine d'essais et un diffuseur équipé d'un ventilateur. Afin que cette soufflerie puisse être facilement démontée et remontée, le principe fut retenu de la construire de façon modulaire en considérant séparément chacune des trois parties qui sont facilement assemblables.

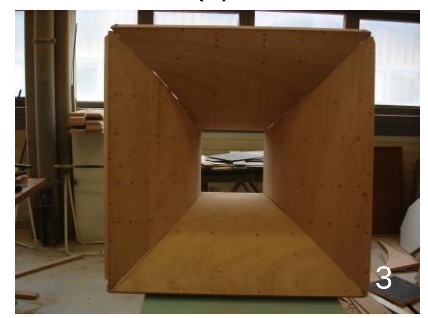


1- SCHEMA DE PRINCIPE DE LA SOUFFLERIE EOLIA

Le matériau de base est le contreplaqué, sauf, bien entendu, pour les parois de la veine d'essais qui doivent rester transparentes, d'où l'utilisation du plexiglass. Le collecteur est obtenu par assemblage de quatre plaques de contreplaqué pliées le long de gabarits qui servent également de raidisseurs (2, 3).

On a pris soin de « soigner » l'entrée de ce collecteur avec des rebords « pots de chambre » qui réduisent les turbulences d'entrée (4).


2


3


4

La veine d'essai (5), formée de quatre plaques de plexiglass, s'insère entre le collecteur et le diffuseur. Elle constitue le lieu où se déroulent les expériences. Le diffuseur qui, normalement, devrait relier un carré à un cercle, a été remplacé par une construction qui permet de passer astucieusement d'une section carrée à une section octogonale à partir de 4 planches (6 et 7).


5


6


7

Les consignes de sécurité ont été observées à la lettre : protection du ventilateur de sortie par une grille, variateur manuel sécurisé, circuit électrique aux normes et doté d'un arrêt coup de poing en cas d'urgence, etc…


8


9

La soufflerie mesure 3.5 m de longueur (8). L'ensemble des éléments constitutifs d'EOLIA loge, comme on le voit (9), dans un véhicule utilitaire de petit gabarit !

Le choix de la veine d'essais de taille de section 0.3 m x 0.3 m et de 0.75 m de longueur (10 et 11) et du ventilateur hélicoïdal (de 50 cm de diamètre, doté d'un variateur de vitesse de 0 à 100 %) conduit à des vitesses accessibles de l'ordre de 25 m/s soit 90 km/h pour les essais.


10


11

Premières expériences et pédagogie

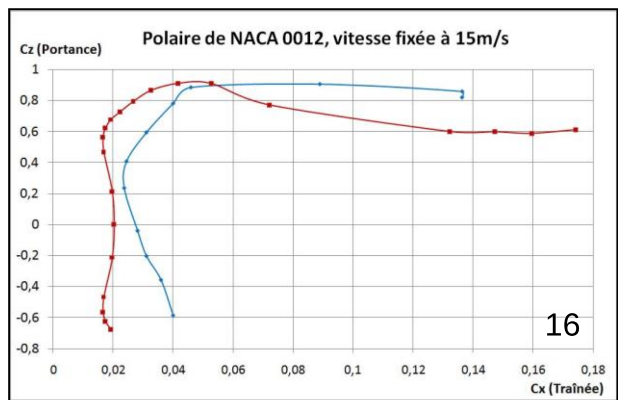
L'instrumentation de la soufflerie EOLIA a bénéficié du soutien financier de la Fondation EADS : elle consiste en un système de mesure et de visualisation des écoulements.

Dans cette veine d'essais, des expériences de base ont été rapidement envisagées : une des premières consistait à poser sur un sol sans frottement une maquette de véhicule automobile retenu par un simple ressort dont on mesurait l'allongement X_1 sous l'effet d'une vitesse V_1, puis l'allongement X_2 sous l'effet d'une vitesse double $V_2 = 2\ V_1$, pour vérifier aussitôt que X_2 était égal non pas à 2 fois X_1 mais à 4 fois X_1 l'effort de traînée étant proportionnel à la vitesse… au carré !

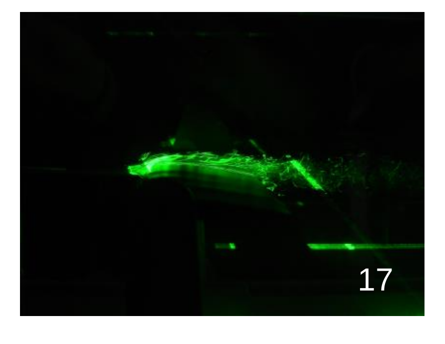
Dans un deuxième temps, il s'est agi de peser les efforts aérodynamiques notamment la traînée et la portance. Un système astucieux (fig. 12 à 15) a été envisagé, qui transforme l'effort de traînée (horizontal) en effort vertical, de sorte à pouvoir mesurer aussi bien la portance que la traînée grâce à deux balances rudimentaires de type pèse-lettre et pèse-personne.

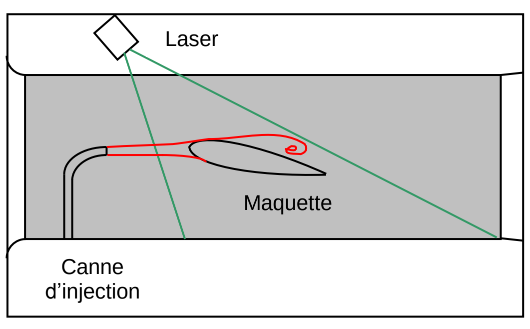


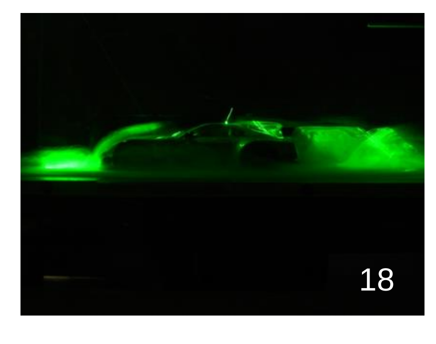
Un des premiers résultats satisfaisants concerne la restitution d'une « polaire » d'un profil répertorié (NACA 0012) dont on a mesuré la traînée C_x et la portance C_z. Les courbes sont reportées sur la figure 16 (en rouge la courbe « théorique », en bleu celle expérimentale) et montrent un accord satisfaisant, si l'on tient compte, pour les spécialistes, des « effets de paroi en soufflerie » et de « l'allongement non infini » dans l'expérience en soufflerie !



Afin de réaliser des visualisations autour des maquettes, un système d'ensemencement (aérosols à base de glycérine et d'eau) via une canne d'injection, du type de ceux utilisés pour les « light show » associé à un laser rudimentaire (typiquement à usage des « boites de nuit » !) permet de suivre, dans le plan lumineux, l'évolution du fluide autour d'un corps, ce qui conduit à caractériser par exemple les décollements de l'écoulement autour de la maquette (17 et 18).







Itinéraire d’une soufflerie gâtée

La soufflerie EOLIA fut officiellement lancée le 21 mai 2006 au séminaire inter-écoles d’IPS’Action à Paris. Ensuite, elle fut présentée à Univ’Air 2007 au salon de l’air et de l’espace du Bourget (19).



Le salon MUTA (Mobilité Urbaine et Transports Avancés) au Futuroscope de Poitiers fut un lieu d’accueil d’EOLIA en avril 2008 (20), suivi en septembre 2008 du premier salon AEROTOP à Poitiers (21), qui permit de la faire découvrir aux 2500 scolaires qui visitèrent le salon. L’année 2008 se termina par la présence d’EOLIA à la Fête de la Science (22).





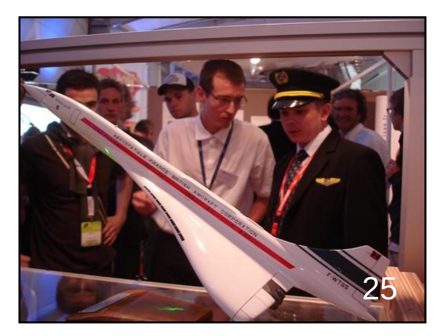


Parmi les distinctions à relever, la soufflerie EOLIA a remporté ensuite le premier prix lors du séminaire inter-écoles 2009 organisé par IPS’Action au Bourget (23).



Une initiative de grande ampleur fut celle de présenter EOLIA, sur le stand 3AF, au salon du Bourget 2009 les 19, 20 et 21 juin, dans le hall Concorde, salon Emploi et Formation. Ce moment restera, pour le Comité Jeunes de l’ENSMA et pour la 3AF, un moment phare (24 et 25) !





EOLIA participa à « Place aux Sciences », du 6 au 8 novembre 2009 à Poitiers (26 et 27).



26


27

Aérodynamique mode d'emploi

La première démarche pédagogique concertée avec un établissement scolaire fut celle organisée en décembre 2009 et janvier 2010 au lycée Réaumur de Poitiers devant plus de 200 élèves en une dizaine de « séances » éducatives (28, 29 et 30).


28


CENTRE PRESSE 2 DÉCEMBRE 09

Souffle scientifique à Réaumur

▸ ÉDUCATION

Pour bien vivre et vieillir chez soi

▸ SOCIAL

Le faux débat du droit au départ

▸ COLLECTIVITÉS

29


30

Cette expérience, qui doit beaucoup à la participation active des élèves de l'ENSMA constituant le noyau dur de la 3AF à l'époque, consista à présenter aux élèves les expériences évoquées précédemment avec le souci de transmettre l'intérêt de l'aérodynamique expérimentale et par là-même l'attractivité des métiers associés.

Une autre exposition sur les souffleries du LRBA à Vernon (31) accueillit EOLIA entre février et mars 2010, suivie en avril 2010, à Niort, de la manifestation « Sciences au cœur du métier » organisée par les services du Rectorat de l'Académie de Poitiers (32).

La deuxième édition d'Aérotop, en 2010 fut une nouvelle étape qui concerna, là encore, la région Poitou-Charentes avec 70 établissements scolaires et 2500 élèves (33).


Vernon 31



32


Aérotop, Poitiers 33

A nouveau demandée pour son intérêt pédagogique, EOLIA fut transportée à l'Aéroclub de Vannes en janvier 2011(34) puis au Lycée de Saint Jean de Sauves, en avril 2011, dans le cadre du projet national « Course en Cours » (35).


Vannes 34


Saint Jean de Sauves 35

Charte d'engagement des établissements scolaires auprès de la 3AF

La 3AF met à disposition la soufflerie EOLIA dans les collèges et lycées, avec un encadrement pour les élèves. Elle autorise la reproduction de la soufflerie EOLIA sous certaines conditions respectueuses de… l'esprit EOLIA ! Deux types de conventions ont été rédigées en bonne et due forme, dont celle concernant la reproduction de la soufflerie :

Cette charte d'engagement précise les engagements mutuels de la 3AF et de l'établissement. Elle rappelle que cette soufflerie est avant tout un outil pédagogique destiné aux scolaires des collèges et lycées et aux présentations au grand public.

La 3AF s'engage en particulier à :

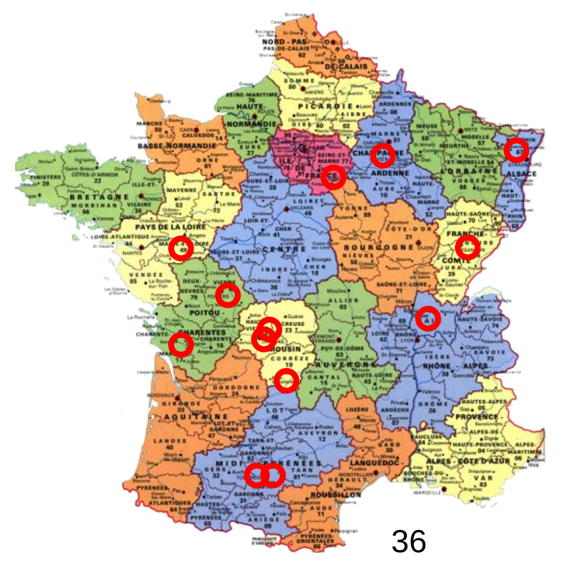
- fournir tous les plans, conseils et documentations nécessaires à la construction de la soufflerie,
- maintenir en état de fonctionnement, dans la mesure de ses capacités, l'ensemble des moyens utiles aux participants au projet, notamment le forum d'entraide (http://forum-3af-eolia.forumactif.net),
- retransmettre les retours d'expérience des autres participants et organiser la prise de contact et l'échange d'informations entre eux en fournissant un accès au forum et notamment aux discussions protégées de celui-ci. Dans un souci d'entraide, l'établissement peut y trouver les conseils dont il pourrait avoir besoin si d'autres membres ou la 3AF sont en mesure de les lui apporter.

En retour, l'établissement s'engage notamment à :

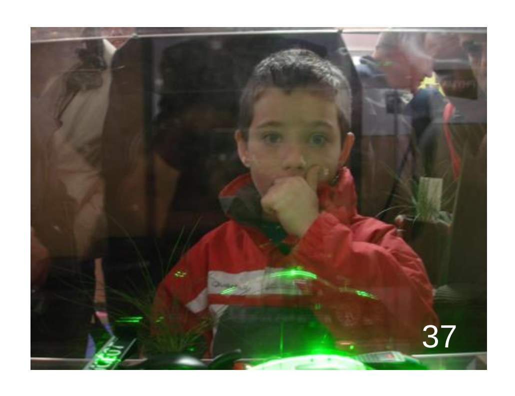
- ne pas diffuser ces plans, à toute autre personne ou organisme de quelque façon que ce soit. La 3AF se réserve seule le droit de diffuser ces informations après avoir constaté la portée pédagogique de l'action ;
- ne pas commercialiser ni tirer de bénéfices financiers de quelque façon que ce soit, ni des reproductions de soufflerie effectuées, ni de quelque document relatif au projet que ce soit. La soufflerie doit avant tout rester un objet à visée pédagogique et être non lucrative ;
- respecter les normes de sécurité en vigueur ainsi que les règles élémentaires de sécurité indiquées dans les différents documents fournis ;
- fournir un retour d'expérience à l'équipe de la 3AF et aux autres membres du projet à travers le forum déjà cité mis à sa disposition ;
- faire bénéficier la 3AF et les autres membres du projet des améliorations qu'il aurait pu y apporter ou qu'il aurait envisagées à travers le même forum ;
- faire figurer les noms et logos de la 3AF et de ses partenaires (ENSMA, Fondation EADS, Dassault-Aviation) sur tous les supports se rapportant à la soufflerie et présentés au public ;
- informer officiellement la 3AF en cas de volonté de retrait du projet afin de définir les modalités de celui-ci, dans un souci de protection des données qui auraient pu lui être transmises.

Des règles de sécurités sont consignées dans une annexe de la convention afin de décliner toute responsabilité de la 3AF en cas d'utilisation malencontreuse de l'outil pédagogique.

A ce jour, treize établissements ont signé une convention de reproduction d'EOLIA avec la 3AF. La liste et le positionnement géographique (36) montrent que la 3AF, à travers EOLIA, devrait progressivement devenir visible dans un grand nombre de régions en France à travers les établissements scolaires : IUT de Limoges (février 2010), Lycée Victor Hugo de Besançon (novembre 2010), Lycée Georges Cabanis de Brive (octobre 2011), Lycée La Fayette de Champagne sur Seine (octobre 2011), CER ENSAM Site d'Angers (octobre 2011), IUT de Poitiers (janvier 2012), Lycée Louis Marchal de Molsheim (février 2012), Lycée Pierre-Paul Riquet de Saint-Orens de Gameville (mai 2012), Lycée du Val de Saône du Trevoux (mai 2012), Lycée Victor Hugo de Colomiers (février 2013), Lycée Emile Combes de Pons (mars 2013), Lycée Gay-Lussac de Limoges (Juin 2013), Lycée d'Arsonval se Saint Maur (décembre 2013).



36



37

Y a-t-il une vie après EOLIA (37) ?

L'attractivité d'EOLIA auprès des établissements scolaires n'est plus à démontrer. Les nombreuses demandes formulées auprès de la 3AF, sans qu'aucune véritable publicité n'ait été orchestrée en ce sens, en sont la preuve. Au-delà de cette constatation, la suite positive de l'histoire consisterait à ce que les établissements porteurs des « clones » d'EOLIA puissent communiquer entre eux, qu'ils échangent leurs innovations en matière d'instrumentation, d'expériences et de pédagogie, qu'ils installent dans le paysage français une dynamique autour d'un outil simple consistant à étudier l'effet du vent sur un objet et par là-même à participer de cette réhabilitation des métiers techniques liés à l'aérodynamique en rapport avec le secteur aérospatial ! A ce titre, la 3AF interviendrait de façon pertinente dans le monde de l'enseignement et assumerait une de ses fonctions – attractivité et pédagogie - de société savante de référence pour l'Aéronautique et l'Espace !

Parmi les actions en lien direct avec la soufflerie EOLIA, citons la célébration récente de Gustave Eiffel aérodynamicien. Cette démarche, pilotée par Bruno Chanetz et Jean Délery, tous deux acteurs de la Commission Technique Aérodynamique de la 3AF, fait suite au colloque Eiffel 2012 organisé à Paris. L'exposition, intitulée « Les souffleries, 100 ans après Eiffel », s'est tenue à la Mairie du 16ème arrondissement du 5 au 13 avril 2013. L'Onera, le CSTB, Le GIE S2A de Saint-Cyr ont contribué, avec l'association AéroEiffel (organisatrice) et la 3AF, à la construction de cette exposition désormais disponible. La soufflerie EOLIA du Lycée de Champagne sur Seine y fut présentée avec un grand succès !

LES SOUFFLERIES
100 ans après Eiffel

Jean Tensi,
Président du Groupe 3AF Poitou et
Chargé de Mission Jeunes 3AF



Exposition « Les souffleries, 100 ans après Eiffel », 5 - 13 avril 2013, Mairie du 16ème arrondissement de Paris

Témoignage du Lycée La Fayette de Champagne sur Seine

Le 19 octobre 2012 a eu lieu l'inauguration de la soufflerie EOLIA (38) réalisée au lycée La Fayette de Champagne sur Seine dans le cadre du partenariat avec la 3AF.



La soufflerie EOLIA réalisée au Lycée La Fayette de Champagne sur Seine

A cette occasion, Gérard Convert apporte le témoignage suivant sous forme d'une interview qu'il nous a accordée.

1- Gérard Convert, pouvez-vous nous présenter votre établissement et le rôle que vous y jouez ?

Le lycée La Fayette à Champagne sur Seine, en Seine et Marne, est un établissement de type « Lycée des métiers » avec une offre de formation très complète : 3ème Dp6, CAP, Bacs Professionnels, Bacs technologiques, BTS et Classes préparatoires.

Nous proposons différents parcours de formations dans les filières : électronique, informatique, productique, électrotechnique et Sciences de l'Ingénieur. Près de 800 élèves et étudiants bénéficient d'un enseignement de qualité dispensé par une centaine d'enseignants sur nos deux sites de formations qui sont équipés des technologies les plus récentes.

Ma fonction est celle de chef de travaux qui correspond à la responsabilité de tout ce qui touche à l'enseignement professionnel et technologique (gestion, achats et suivi de la maintenance des équipements, coordination des équipes de professeurs, organisation des formations, etc.) en collaboration avec la direction de l'établissement

2- En quoi le projet EOLIA vous a-t-il semblé de nature à intéresser les élèves ?

C'est un équipement qui est absent des équipements traditionnels de l'enseignement scientifique et technologique. Peu de matériels existent sur le marché ou ils sont très couteux.

La définition de la structure a été pensée pour être réalisable avec des moyens de fabrication courants. Une fois fabriquée cela devient un bel équipement qui suscite la curiosité des élèves et des enseignants et le désir d'en comprendre les conditions de fonctionnement et son exploitation.

Pour des élèves de collège, qui potentiellement pourraient venir dans notre établissement, la soufflerie pédagogique va nous permettre de leur faire découvrir des phénomènes élémentaires d'aérodynamique sur des objets courants et peut-être déclencher en eux un intérêt pour ce domaine et les filières métiers qui y sont associées.

Pour nos élèves de Pré/bac, les phénomènes aérodynamiques sont très peu approchés. Les nouveaux programmes de l'enseignement technologique nécessitent d'intégrer des notions d'aérodynamique dans l'étude des systèmes et des produits. En Post/Bac ou classes préparatoires l'accès à des souffleries pédagogiques est difficile et on se contente quelques fois de maquettages numériques et de simulations difficiles à mettre en œuvre.

3- De quelle manière s'est déroulée la construction de « votre » soufflerie EOLIA ?

Plusieurs options étaient possibles, mais nous avons fait le choix de rester autonome sur la fabrication pour raccourcir au maximum les délais. Nous visions l'objectif de pouvoir commencer à exploiter la soufflerie au cours de l'année scolaire 2012-2013.

Nous avons eu la chance de disposer au sein de l'établissement des compétences de l'un de nos personnels du service maintenance.

Le planning a pu être ainsi respecté :

Septembre 2011 : Prises de contacts avec G. LARUELLE (ASTECH) et J.TENSI (ENSMA)

Octobre 2011 : Présentation de la Convention au conseil d'administration du Lycée

10 et 14/10/2011 : Signature de la convention ENSMA/Lycée la Fayette

27/10/2011 : Rencontre avec J. Tensi et G. Convert sur le site de l'ENSMA (Poitiers) pour transmission du dossier technique.

Novembre 2011 : Achat des fournitures et Lancement de la fabrication de la soufflerie

29 juin 2012 : Réception de la soufflerie et premiers essais fonctionnels

3 juillet 2012 : Présentation aux enseignants du Lycée

<u>L'inauguration a eu lieu le 19 octobre 2012</u>

4- Quelles sont les activités développées autour de ce projet ?

En 2012-2013 la soufflerie EOLIA va nous servir de support et de système pour plusieurs actions :

- une utilisation dans sa version originale pour la mise en évidence de phénomènes aérodynamiques pour nos enseignements technologiques,
- une exploitation dans le cadre des TIPE de nos classes préparatoires,
- des démonstrations de sensibilisation à l'aérodynamique lors de nos actions de communications : Journées portes ouvertes, visites de collégiens, forums, etc,
- en parallèle de son utilisation normale, la soufflerie va servir de support à l'étude et à la réalisation de projets en BTS avec pour objectif d'améliorer, à terme, son exploitation, son pilotage et la récupération des données (projets en BTS électrotechnique, BTS système électronique, BTS productique et BTS IRIS : Informatique et réseaux).

5- Pensez-vous que les jeunes concernés par l'aventure EOLIA soient susceptibles d'être un peu plus attirés, pour leur carrière, par l'aérodynamique et les métiers associés, notamment ceux de l'aérospatial ?

C'est un environnement d'étude et de travaux pratiques très rarement rencontré dans nos lycées.

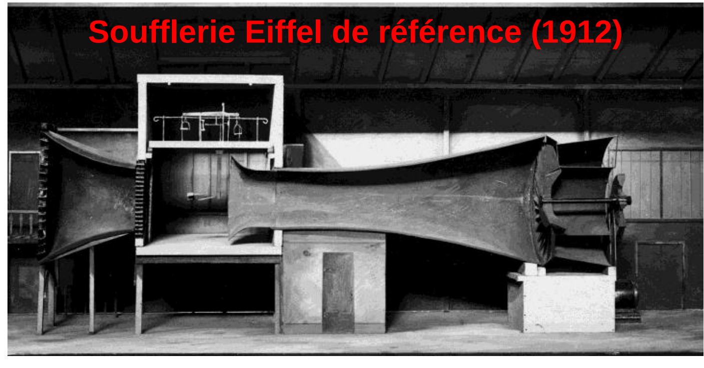
Les formations s'appuient de plus en plus sur l'étude de systèmes et de produits attractifs de la vie courante pour être plus rapidement compréhensibles par les jeunes. Ces supports pour l'enseignement intègrent souvent déjà les meilleures technologies. Leurs formes extérieures, leur design, leur ergonomie, les matériaux utilisés et les couplages possibles engendrent fréquemment une grande partie de leur niveau de performances. Dans l'enseignement technologique cette partie est souvent occultée. La soufflerie va permettre de leur apporter des réponses sur les fonctions d'un produit difficilement explicables sans la mise en évidence des phénomènes. La découverte de cet environnement d'essais et une meilleure compréhension des phénomènes associés, peut, en effet, générer un intérêt particulier pour un jeune et faire naître en lui un projet professionnel. Il aura compris pourquoi l'avion peut voler ?, pourquoi la forme du casque d'un cycliste ou les formes d'une automobile, et il aura accès aux leviers d'améliorations des performances grâce aux essais en soufflerie.

6- Avez-vous des remarques particulières et autres commentaires ?

EOLIA est un superbe projet qui rend accessible avec une progressivité possible un domaine scientifique très pointu dont les systèmes d'études sont trop compliqués pour un enseignement scientifique et technologique au niveau secondaire.

Interview recueillie par Jean Tensi,
Président du Groupe régional 3AF Poitou et
Chargé de mission Jeunes 3AF

Contact :
Jean Tensi
E-mail : jean.tensi@sfr.fr
Téléphones : 05 49 01 86 06 et 06 82 43 28 24


Soufflerie Eiffel de référence (1912)


Soufflerie Eolia du Lycée Lafayette (2012)

JT, 12 février 2014